

吴志祥,张安明,郭欢欢. 基于精明增长理论和夜间灯光数据的城市增长研究——以重庆市主城区为例[J]. 江苏农业科学,2020,48(6):232-239.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.06.045

# 基于精明增长理论和夜间灯光数据的城市增长研究 ——以重庆市主城区为例

吴志祥<sup>1</sup>, 张安明<sup>1</sup>, 郭欢欢<sup>2</sup>

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 重庆市国土资源与房屋勘测规划院, 重庆 400020)

**摘要:**城市是人类社会活动最为活跃的区域,为实现城市有序合理增长,基于精明增长理论和夜间灯光数据,以重庆市主城片区为例,通过对区域生长算法的改进,将重庆市主城片区夜间灯光影像分割为灰度值阈值为 10~80 的 8 幅图像,利用图像减法运算并加以二值化处理,找出建设用地现状中可挖潜点,得出城市扩展区可挖潜点较多。结合灰色预测模型预测出城市建设用地面积增量,预测结果符合《重庆市土地利用总体规划(2006—2020 年)》规划要求,2019 年主城片区城市建设用地增量为 5 707.5 hm<sup>2</sup>,其中北部 3 区城市建设用地面积增量为 3 514.88 hm<sup>2</sup>,占比达 61.58%,空港、龙兴、水土、蔡家、悦来等地将是主要增长点。最后提出以可挖潜点分摊部分城市建设用地面积增量的建议,以提高区域用地效益和城市建设质量,保护土地存量。

**关键词:**精明增长理论;夜间灯光数据;区域生长法;灰色预测;重庆市主城区

**中图分类号:** F293.22      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2020)06-0232-08

城市是以非农业产业和非农业人口集聚为主要特征的居民点,具有劳动力、资本、信息、技术等生产要素高度集聚的特征,是人类社会对自然界作用最为强烈的区域。中国的城市化和美国的高科技被称为影响 21 世纪人类发展进程的两大关键因素<sup>[1]</sup>。城市边界区域是城市范围扩大、城市向农村扩展的前沿地带,是土地利用问题最多、矛盾最尖锐的区域。城市边界的识别对优化城市用地管理、促进城乡统筹协调发展具有重要意义。随着城市经济的迅速发展,农村人口不断涌入城市,城市空间持续蔓延,城市边界日益模糊<sup>[2]</sup>。国内外学者对于城市边界问题的探讨主要集中在城乡交错带、城市经济边界、城市增长边界和城市实体地域边界 4 个方面,划分城市边界的方法主要有突变点检测法、断裂点法、空间聚类法、引力值法等<sup>[3]</sup>。

不同的研究角度会产生不同的定义,传统研究大多以行政区划为单元进行分析,往往割裂了城市经济发展的连续性。借助遥感等新技术获取数据可以打破行政界线,突破统计口径限制,克服数据

连续性较差的问题<sup>[4]</sup>。本研究基于珞珈一号夜间灯光数据,以 Matlab 软件为实现手段,通过对夜间灯光影像进行分割,构造二维等值线灰度图、三维立体灰度图,识别重庆市主城区城市边界,预测城市未来扩展方向和发展规模。

## 1 研究区概况与数据来源

重庆市是我国中西部地区唯一的直辖市,《全国城镇体系规划纲要(2010—2020 年)》明确提出重庆国家中心城市的规划和定位。重庆市政府将全市境内区域划分为主城片区、渝西片区、渝东北片区、渝东南片区等四大片区,其中主城片区包括渝中区、江北区、沙坪坝区、渝北区、九龙坡区、大渡口区、北碚区、南岸区和巴南区等 9 个行政区,辖区面积为 5 472.68 km<sup>2</sup>,承担着全市经济、政治、文化、交通等重要功能。2017 年主城片区生产总值为 7 568.96 亿元,常住人口为 865.06 万人,城镇化率达 89.83%,最高的渝中区达 100%,最低的巴南区为 80.38%;城市建成区面积为 945.76 km<sup>2</sup>。受自然条件影响,重庆市城市建设呈现多中心、组团式、不均衡的空间分布格局<sup>[3]</sup>。

国内外学者多采用美国国防军事气象卫星(DMSP)搭载的线性扫描系统(OLS)传感器所采集的夜间平均灯光强度影像产品数据,即 DMSP/OLS 夜间灯光数据,开展城市发展研究、人类活动及效

收稿日期:2019-05-02

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD1100800)。

作者简介:吴志祥(1996—),男,安徽枞阳人,硕士研究生,研究方向为土地利用与国土规划。E-mail:2691590915@qq.com。

通信作者:张安明,硕士,副教授,主要从事土地利用与国土规划研究。E-mail:xsam@126.com。

应研究、经济发展水平研究、电力能源消耗量研究、城市化对生态环境影响研究。2018 年 6 月 2 日,我国成功发射全球首颗专业夜光遥感卫星“珞珈一号”,其精度达到地面分辨率 130 m,以检测中国 and 全球宏观经济运行情况,为政府决策提供客观依据。本研究根据重庆市主城片区云量特征,即从多年平均值来看,总云量在 1、2、10、12 月较多,8—9 月较少;低云量在 12 月最多,8—9 月最少<sup>[5]</sup>,因此采用 2018 年 9 月“珞珈一号”形成的夜间灯光数据,灰度值在 0 ~ 255 之间,像元大小为 0.001 214 110 3°(图 1)。通过 ArcGIS 10.5 软件将数据转为投影坐标,并根据 2017 年主城片区矢量图进行裁剪,运用 Matlab 软件进行二维、三维分析,并结合近 5 年土地利用变更调查数据和灰色预测理论,预测主城片区未来扩展规模和方向。

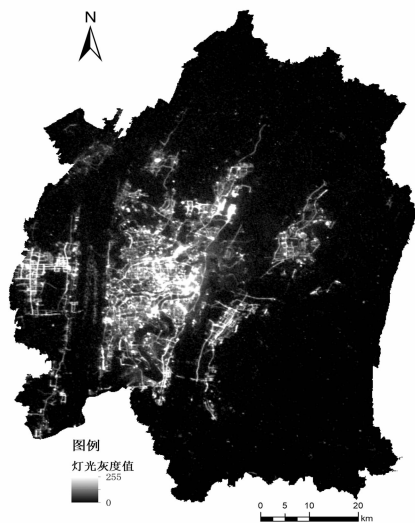


图1 2018 年 9 月重庆市主城片区“珞珈一号”夜间灯光数据

## 2 研究理论与方法

### 2.1 精明增长理论

精明增长是针对城市蔓延问题,在提高土地利用效率的基础上,通过城市管理措施实现经济、社会、环境协调发展的一种紧凑、集约、高效的“城市增长模式”<sup>[6]</sup>。精明增长理论强调城市的增长必须置于区域生态系统和谐的前提条件下,充分利用已有基础设施,完善公共交通,提高城市居民生活质量,最终实现城市的可持续发展。1961 年美国夏威夷州提出,将城市划分为城区、乡村区、农业区、保护区 4 个区域,通过分区引导城市发展来解决城市空间蔓延问题<sup>[7]</sup>。美国波特兰市出台的《波特兰市交通与土地利用远期规划》提出了严格控制城市增长

边界、注重城市用地内涵式增长、增加城区中心居住密度、加强绿色城市空间保护、提升城市轨道交通与公共交通服务能力等 5 项主要策略<sup>[8]</sup>。波特兰市在城市建设过程中将增长引入城市中心区,已使其成为美国最有活力的城市之一,精明增长理论成为美国城市规划领域近年来最有影响力的规划思潮。

精明增长理论中紧凑、集约、高效增长的理念与我国倡导的土地节约、集约利用有很多相通之处。为此,国内许多学者将精明增长理论应用到土地节约、集约利用研究中。刘冬华通过引入精明增长理论,以上海市为例,采用情景分析方法,预测了上海市未来城市增长趋势,并提出了政府政策、市场约束性政策和公众参与性政策等方面的策略与建议<sup>[9]</sup>。付海英等根据泰安市土地利用现状图、地形图等,结合精明增长理论,提出了泰安市的空间扩展应从东北方向逐步向西南和东南方向转移,倡导紧凑型的城市发展模式<sup>[10]</sup>。本研究根据夜间灯光影像,结合精明增长理论,简化分区,通过多次试验确定的阈值,将重庆市主城片区分为核心区、扩展区、农村区。其中核心区人口集中,建筑密度大,灯光亮度高且集中,土地集约、高效利用,紧凑发展,多以母城或商圈为中心分布,经济社会活动最为活跃,城市垂直方向发展强烈;扩展区为核心区的外缘向农村扩展的地区,建筑及人口密度相对核心区较低,灯光连续,但亮度有所下降,城市水平方向扩展明显;农村地区人口密度低,主要从事农业生产,灯光亮度低或无灯光。

### 2.2 图像分割

图像分割是将整幅图像分割成若干个具有相同特性(如灰度、颜色、纹理等)但又不重叠区域并提取感兴趣目标的技术和过程<sup>[11]</sup>。在图像分割之前一般采取图像增强的方法对图像进行预处理,以便于分割时提取边界。传统图像增强方法分为两大类,即频率域法和空间域法。频率域法将图像视为二维信号,采用二维傅里叶变换使其信号增强,进而间接增强图像。空间域法处理图像时直接对图像灰度级进行运算,是一种直接增强图像的方法。但在增强图像的同时也增加了对原始图像的乘性和加性影响,使得图像失真,即处理后的图像不一定逼近原始图像。本研究根据夜间灯光影像的原始灰度特征,通过 Matlab 软件,运用区域生长法、分水岭分割法,对重庆市主城片区原始夜间灯

光影像进行分割,分别绘制二维、三维夜间灯光影像灰度变化特征图。

**2.2.1 区域生长法** 通过确定阈值对影像进行分割没有考虑空间关系,无法实现多阈值选择。基于区域的分割方法利用影像的空间性质,使得分割出的区域像素具有相似的性质,可弥补这种缺陷。传统的区域分割方法包括区域生长法和区域分裂合并法,本研究采用区域生长法对夜间灯光影像进行分割。

区域生长法被广泛应用于生物、医学等领域,其基本思想为将具有相似性质的像素归类构成区域。对每个需要分割的区域找出一个种子像素作为生长的起点,然后将种子像素周围领域中与种子像素具有相同或相似性质的像素合并到种子像素

所在的区域中,将这些新像素当作新的种子像素继续进行上面的过程,直到没有满足条件的像素可被包括进来,即是一个区域的生长过程。区域生长法的基本理念与城市增长、城市蔓延的物理形态扩张有着高度的相通之处。在人类社会的城市建设活动中,建筑物的落地“生长”,遵循着由城市中心向周边区域“生长”、沿着道路“生长”的原则,即外延式扩张、道路扩张原则<sup>[12]</sup>。

区域生长法应用于图像分割中主要需解决以下 3 个问题:(1)选取需分割影像区域内的种子像素作为种子,代表其所在区域。(2)确定种子向邻域生长,将其邻域囊括起来的规则。(3)确定已囊括周边所有相同性质像素的终止生长规则。

本研究区域生长算法的实现示意图 2。

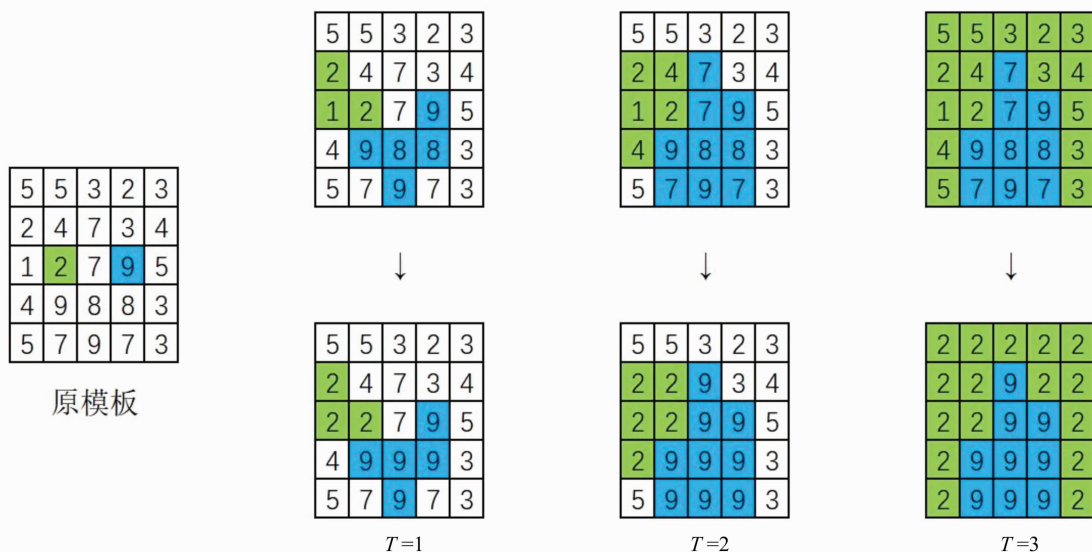


图2 区域生长算法实现过程

如图 2 所示,在随机生成的  $5 \times 5$  像素区域灰度值模板中,选取种子像素即生长起点,分别以标准色绿色和蓝色表示。当  $T=1$  时,原模板区域内生长成 2 个带有种子像素性质的区域;当  $T=2$  时,已有生长区域进一步生长;当  $T=3$  时,原模板被种子像素生长成的区域完全分割为 2 个区域。

区域生长法实现的关键是生长或相似准则的确定,基本的生长准则包括灰度差准则、灰度分布统计准则、区域形状准则。灰度差准则存在对区域生长起点选择有较大依赖以及生长过程中过度合并或分割不足的缺陷,可通过设定阈值、平均灰度差进行改进。1 个区域的灰度区间可表示为  $[M -$

$F \cdot \sigma, M + F \cdot \sigma]$ ,其中  $M$  为当前生长区域的所有像素的灰度平均值; $\sigma$  为当前生长区域像素点灰度值的标准差; $F$  为自定义系数。若邻域中的像素点灰度值在该灰度区间内,则被归至当前生长区域,否则被拒绝进入该区域。

以像素的中心点标记像素的坐标,将像素灰度值记为  $f(x, y)$ ,对于包含  $N$  个像素的区域  $R$ ,区域生长算法的灰度差准则判断法则为

$$m = \frac{1}{N} \sum_R f(x, y); \quad (1)$$

$$\max |f(x, y) - m| < T. \quad (2)$$

式中: $m$  为区域  $R$  的所有像素平均灰度值; $T$  为设定

的阈值。

$$P(T) = \frac{2}{\sigma \times \sqrt{2\pi}} \int_T^{\infty} \exp\left(-\frac{z^2}{2\sigma^2}\right) dz \quad (3)$$

式(3)为误差概率函数,其中 $z$ 为随机变量。当 $R$ 为均质区域时, $m$ 与一个零均值高斯噪声叠加得出各像素灰度值。用式(2)测试各个像素,条件不成立的概率为式(3)。当 $T$ 为3倍方差时,误判的概率为1%~99.7%,即考虑灰度均值时,区域内的灰度变化应尽量小。

$$S_m = m_1 - (q_1 m_1 + q_2 m_2); \quad (4)$$

$$P(T) = \frac{1}{2} [P(|T - S_m|) + P(|T + S_m|)] \quad (5)$$

当 $R$ 为非均质区域,且由2个部分不同目标的像素组成时,设这2个部分像素数量占区域 $R$ 像素数量比分别为 $q_1$ 、 $q_2$ ,灰度均值分别为 $m_1$ 、 $m_2$ ,则区域 $R$ 的灰度平均值为 $q_1 m_1 + q_2 m_2$ 。设某一像素的灰度值为 $m$ ,则 $m$ 与区域灰度平均值的差为式(4),用式(2)测试各个像素,条件成立的概率为式(5),即考虑区域灰度平均值时,区域 $R$ 内不同子区域像素间的灰度值差距离应尽量大。

**2.2.2 分水岭分割法** 分水岭算法是一种基于数学形态学的算法,利用形态学处理函数,对图像进行梯度分割,提取物体的边缘。分水岭分割算法的思想源于测量学中的地貌形态模型,将其应用于夜间灯光影像分割中,会视灰度值不同的像素区域为起伏的地貌模型,即视灰度值为海拔高程,将灰度值各异的像素模拟为山岭、高原、谷地等,在三维尺度下突出区域灰度值的变化。

### 2.3 灰色预测模型

灰色预测模型是灰色系统理论的主要内容之一,能根据已知的少量信息进行建模并预测,具有所需样本数据少,不需要计算统计特征量等优点<sup>[13]</sup>。灰色预测模型以GM(1,1)模型为核心,GM(1,1)模型及其各种扩展形式已被广泛应用于环境、农业、工业、经济等众多领域<sup>[14-15]</sup>。本研究采用GM(1,1)模型预测主城片区各行政区2018—2019年城市建设用地面积。

## 3 结果与分析

### 3.1 城市增长挖潜点识别

在2018年9月重庆市主城片区“珞珈一号”夜间灯光影像的基础上,通过Matlab软件运用区域生

长算法对影像进行分割,灰度阈值分别设定为10、20、30、40、50、60、70、80,依次得到图3中的8幅子图。当 $T=10$ 时,影像分割效果不明显,出现欠分割现象,随着 $T$ 值的逐渐增大,影像被进一步分割。当 $T=80$ 时,结合2017年重庆市主城片区城市建设用地现状进行判读可知,一些已建成区的低灰度值像素区域被分割视为农村区,即图像开始出现过分分割现象,因此 $T$ 值不宜再扩大。

区域生长法分割影像的实现过程是以像素灰度值为归类特征,当邻域像素灰度值在已生长区域像素平均灰度值的阈值范围内时,会被接纳进该区域,否则被拒绝。不同阈值情况下分割的生长区域大小不同。当 $T$ 值较小时,像素被接纳进入已生长区域的少,生长的区域就会较小;当 $T$ 值较大时,像素被接纳进入已生长区域的多,生长的区域就会较大。在主城片区夜间灯光影像图幅范围内,低灰度值的像素数量明显多于高灰度值,因此低灰度值的像素区域就会生长得较大,高灰度值则较小,即城市区域(核心区、扩展区)的面积随着分割阈值的增大而缩小,农村区面积随之增大。

在以上区域生长算法分割所得影像的基础上,选取 $T=30$ 和 $T=60$ 分割情况较好的2幅图像,进行图像减法运算,并分别对 $T=30$ 、 $T=60$ 2幅图像进行二值化处理,自动确定二值化阈值,得出图4-a。图4-b为北碚区部分镇(街道)(澄江镇、歇马镇、北温泉街道、东阳街道、龙凤桥街道)放大示意图。 $T=30$ 和 $T=60$ 2幅图像减影相当于集合运算 $A - A \cap B$ ,即在 $T=30$ 的情况下像素被接纳进入城市区域(核心区、扩展区)和 $T=60$ 情况下之间的差值,当灰度值相差30时,区域生长法分割影像形成的差异。二值化处理将图像呈现为明显的黑、白视觉效果,黑色栅格点为2个阈值分割下的差异区域,也是像素灰度值由低值向高值过渡的区域,在灯光亮度层面上即为低灯光亮度向高灯光亮度过渡的区域,可视为开发利用程度高、社会经济活动活跃向开发利用程度低变化的区域。精明增长理论强调城市发展建设中“填充式开发”“紧凑化发展”,以较小的土地成本获得较高的经济发展效益,节约、集约利用土地,提高土地利用效率。图4中黑色栅格点为建成区现状中土地利用效率不高的区域,在未来城市建设中,可作为提高土地利用效率的挖潜点,以控制城市在水平方向上的扩张,使城市立体化发展,保护有限的土地资源。

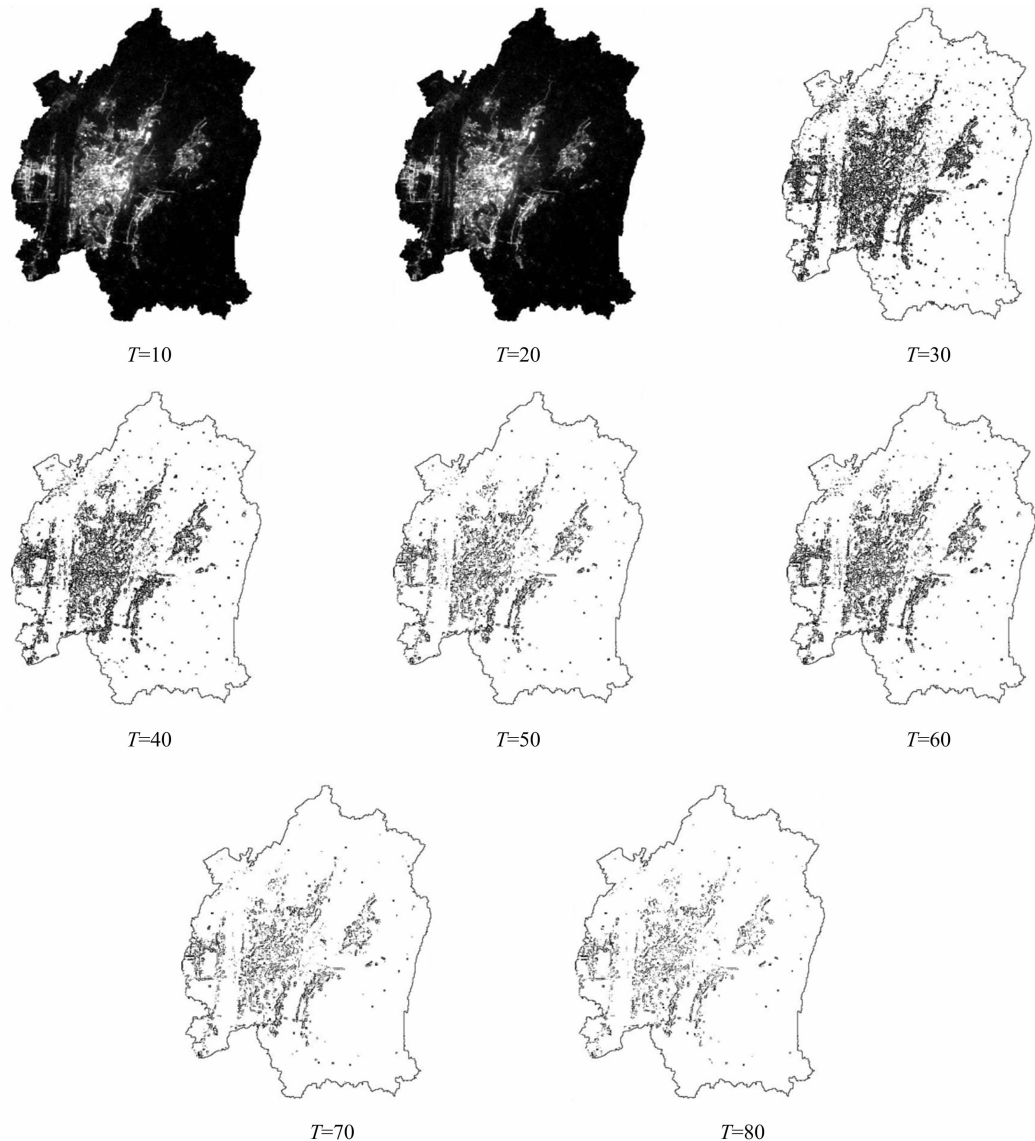


图3 改进的区域生长算法分割夜间灯光影像



a. 主城片区可挖潜点分布  
b. 北碚区可挖潜点分布

图4 可挖潜点分布



### 3.2 挖潜点分布特征

根据图 5、图 6 重庆市主城片区夜间灯光影像灰度值三维和二维等值线可知,重庆市主城片区核心区域(高灰度值)主要分布在解放碑、沙坪坝、观音桥、杨家坪、南坪等五大商圈及江北国际机场西部区域,另有水土镇、复兴镇、虎溪镇、陈家桥镇、龙洲湾街道及鱼洞街道等次中心。主城片区的扩展区主要围绕以上中心向周边扩展,其中围绕五大商圈及江北国际机场扩展的城区面积较大且连续。

低灰度值区域为社会经济活动较不活跃的广大农村区域,主要分布在 4 山(缙云山、中梁山、铜锣山、明月山)以及 2 条外围山脉(桃子荡山和东温泉山)等山体区域。核心区、扩展区、农村区的分布进一步佐证了重庆市城市建设呈现“多中心、组团式、不均衡”的空间分布格局。结合图 4 至图 6 可知,农村区域面积最为广阔,城市扩展区次之,核心区面积最小,根据城市建设用地现状,城市扩展区的可挖潜点面积占比最大。

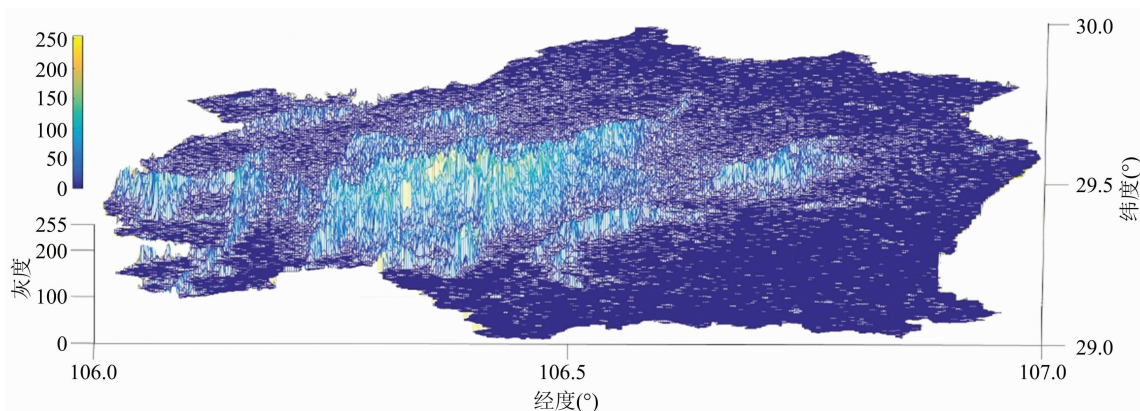


图5 主城片区夜间灯光影像灰度值三维等值线

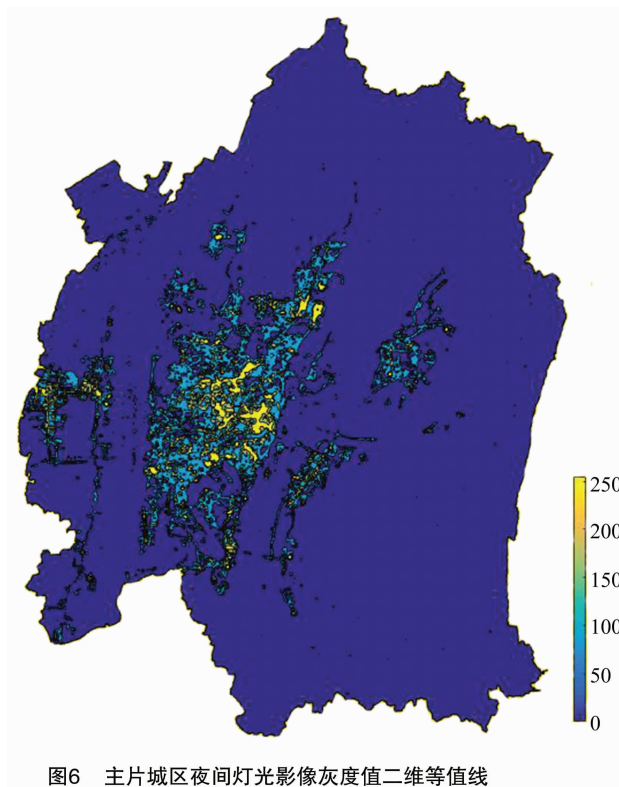


图6 主片城区夜间灯光影像灰度值二维等值线

### 3.3 主城片区城市建设用地模拟及预测分析

因渝中区近年来城市建设用地面积无变化,因此不在模拟、预测范围内。以表 1 中大渡口区

2012—2016 年的城市建设用地面积数据为例,将其作为原始数据序列:

$$x^{(0)} = (3\ 402.42, 3\ 509.57, 3\ 626.76,$$

3 649.56,3 739.29)。  
作一阶累加生成序列：  
 $x^{(1)} = (3\ 402.42, 6\ 911.99, 10\ 538.75,$   
 $14\ 188.31, 17\ 927.60)。$

GM(1,1)模型为  
 $x^{(1)}(k+1) = 178\ 111.604e^{0.019\ 6k} - 174\ 709。$   
式中: $x^{(1)}(k+1)$ 表示  $x^{(1)}$  数据序列中第  $k$  个元素。

表 1 主城片区城市建设用地现状及绿地系统规划指标

区域	城市建设用地面积现状(hm <sup>2</sup> )						2020 年绿地率(%)
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	
渝中区	1 794.42	1 794.42	1 794.42	1 794.42	1 794.42	1 794.42	36.14
大渡口区	3 402.42	3 509.57	3 626.76	3 649.56	3 739.29	3 820.89	42.26
江北区	7 398.53	7 848.46	8 583.16	8 861.50	9 113.80	9 314.80	41.89
沙坪坝区	10 649.37	10 880.79	11 337.71	11 591.85	12 251.98	12 593.92	37.91
九龙坡区	9 557.88	9 954.83	10 925.69	11 568.52	11 842.91	11 961.25	38.43
南岸区	8 213.32	8 517.78	8 958.27	9 126.82	9 286.92	9 452.42	41.64
北碚区	7 362.09	8 329.10	9 085.74	9 432.80	9 718.35	10 097.04	39.52
渝北区	18 842.86	19 835.31	21 638.22	23 767.43	25 196.88	26 772.94	35.92
巴南区	6 909.68	7 265.91	8 001.19	8 405.47	8 634.57	8 767.93	41.88

通过 Matlab 软件对原始数据进行预测模拟,结果见表 2。

对表 2 中所得预测值进行检验,计算相对残差

$$\varepsilon(k) = \frac{x^{(0)}(k+1) - x^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)}, k = 1, 2, \cdots, n。$$
(6)

若 $|\varepsilon(k)| < 0.1$ ,则认为模拟效果达到高要求标准,所得预测值可信度高;若 $|\varepsilon(k)| < 0.2$ ,则认为模拟效果达到一般要求,此时,所得预测值具有较高可信度。由表 3 可知,大渡口区、南岸区、沙坪坝区、江北区平均相对误差比较低,通过残差检验,预测的 2018 年及 2019 年城市建设用地面积具有高

可信度;九龙坡区、巴南区、北碚区、渝北区平均相对误差较高,通过残差检验,达到一般要求水平,其预测值具有较高可信度。

根据表 2 预测值可知,2019 年城市建设用地面积增长最大的是渝北区,将增长 2 487.68 hm<sup>2</sup>,其他各区增长值分别为大渡口区 76.86 hm<sup>2</sup>,江北区 484.99 hm<sup>2</sup>,沙坪坝区 509.75 hm<sup>2</sup>,九龙坡区 777.76 hm<sup>2</sup>,南岸区 274.40 hm<sup>2</sup>,北碚区 542.21 hm<sup>2</sup>,巴南区 553.85 hm<sup>2</sup>,预测所得数值在《重庆市土地利用总体规划(2006—2020 年)》计划安排的国家计划和市级计划范围内。

表 2 GM(1,1)模型的模拟、预测结果

区域	城市建设用地面积预测值(hm <sup>2</sup> )							
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
渝中区	—	—	—	—	—	—	—	—
大渡口区	3 402.42	3 525.26	3 594.94	3 666.01	3 738.48	3 812.38	3 887.75	3 964.61
江北区	7 398.53	8 006.06	8 389.82	8 791.98	9 213.41	9 655.06	10 117.87	10 602.86
沙坪坝区	10 649.37	10 865.37	11 286.80	11 724.57	12 179.33	12 651.73	13 142.45	13 652.20
九龙坡区	9 557.88	10 155.17	10 742.37	11 363.52	12 020.59	12 715.65	13 450.89	14 228.65
南岸区	8 213.32	8 606.34	8 845.59	9 091.49	9 344.22	9 603.98	9 870.97	10 145.37
北碚区	7 362.09	8 481.26	8 905.96	9 351.91	9 820.20	10 311.94	10 828.31	11 370.52
渝北区	18 842.86	19 955.56	21 621.57	23 426.67	25 382.47	27 501.56	29 797.55	32 285.23
巴南区	6 909.68	7 420.15	7 840.60	8 284.49	8 754.31	9 250.35	9 774.50	10 328.35

4 讨论与结论

自 2003 年“重庆向北”的首次提出,主城北部相对平坦、适宜建设的地形条件使得城市北进步伐

逐步加快。预测数据显示,2019 年北部 3 个区(江北区、渝北区、北碚区)建设用地面积增长量将达到 3 514.88 hm<sup>2</sup>,占主城片区总增量的 61.58%,其中仅渝北区占比就高达 43.59%,结合可挖潜点分布,

表 3 GM(1,1) 模型模拟结果与原始数据的误差率

区域	平均相对误差	残差检验
渝中区	—	—
大渡口区	0.043 88	$ \varepsilon(k)  < 0.1$
南岸区	0.061 56	$ \varepsilon(k)  < 0.1$
沙坪坝区	0.068 62	$ \varepsilon(k)  < 0.1$
江北区	0.986 40	$ \varepsilon(k)  < 0.1$
九龙坡区	0.123 90	$ \varepsilon(k)  < 0.2$
巴南区	0.124 26	$ \varepsilon(k)  < 0.2$
北碚区	0.129 06	$ \varepsilon(k)  < 0.2$
渝北区	0.145 90	$ \varepsilon(k)  < 0.2$

两路街道、水土街道、蔡家岗街道、悦来街道、龙兴镇等地将是北部 3 区城市建设用地的主要增长点。2013 年,重庆市政府推出五大功能分区战略,2018 年 1 月重庆西站一期建成并投入使用,西部片区快速发展,沙坪坝区的城市建设用地将以大学城、重庆西站、西永镇为中心扩展。大渡口区、九龙坡区、南岸区、巴南区等 4 区建设用地面积增量较少,仅占主城区总增量的 30% 左右,但结合可挖潜点分析,仍发现其建设用地将以西彭镇、跳蹬镇、鱼洞街道等地为主要增长点。渝中区因发展历史久远、地域面积较小、开发接近饱和,城市建设用地面积不会产生太大变化。

目前,基于夜间灯光影像对城市精明增长的分析尚不多见,区域生长法则主要应用于医学、生物工程等领域,其分析处理图像的精确度达到很高的水平,本研究首次将其应用到城市建设领域。精明增长意味着开发可以是积极的,长远且有效的规划首先得承认增长的出现,接着是强调增长的质量<sup>[16]</sup>。可根据区域生长法识别的可挖潜点和灰色预测模型预测的各行政区城市建设用地面积进行综合研究。对于可挖潜点是针对城市建设用地现状而言的,可挖潜点区域是城市需要更新、低效用地再开发的区域;预测城市用地面积的增长是针对城市用地规划而言的。未来城市建设用地面积的增长,可落在已有建成区和向城市外围边界扩展的 2 个重点上,即城市建设用地现状中低效益、低效率用地可分摊一部分城市建设用地面积的增量,通过改造旧城区、限制高耗地低产出企业、完善区域配套设施等措施,来提升区域用地节约、集约水平,完成城市高质量增长的目标,可进一步保护好土地的存量。

利用夜间灯光影像对城市精明增长进行分析

需要考虑地区实际,例如城市绿地系统(公园绿地、防护绿地、广场等)呈点状、带状、面状镶嵌在城区范围内,占城区面积相当大的比重,其展现出的可挖潜点并不一定是实际需更新改造的区域;另外,不同阈值情况下的可挖潜点大小不同,因此城市建设用地现状可进一步深入挖潜与分析。尽管珞珈一号卫星形成的夜间灯光数据分辨率很高,但仍不可避免地产生灯光溢出问题。为此,如何将夜间灯光影像精确地应用于城市精明增长实际分析中是今后需要深化研究的内容。

#### 参考文献:

- [1] 冯 科,吴次芳,韦仕川,等. 城市增长边界的理论探讨与应用[J]. 经济地理,2008,28(3):425-429.
- [2] 张 利. 城镇化新形势下的城乡(人口)划分标准讨论[J]. 城市规划学刊,2011(2):77-85.
- [3] 张志刚,张安明,郭欢欢. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的城乡结合部空间识别研究——以重庆市主城区为例[J]. 地理与地理信息科学,2016,32(6):37-42.
- [4] 彭 建,马 晶,袁 媛. 城市边缘带识别研究进展与展望[J]. 地理科学进展,2014,33(8):1068-1077.
- [5] 李泽明,李永华,王 勇,等. 重庆市主城区云量变化特征[J]. 西南大学学报(自然科学版),2014,36(7):117-125.
- [6] 曹 伟,周生路,吴绍华. 城市精明增长与土地利用研究进展[J]. 城市问题,2012(12):30-36.
- [7] Daniels T. Smart growth: a new American approach to regional planning[J]. Planning Practice and Research, 2001, 16(3/4): 271-279.
- [8] 马 强,徐循初. “精明增长”策略与我国的城市空间扩展[J]. 城市规划汇刊,2004(3):16-22.
- [9] 刘冬华. 面向土地低消耗的城市精明增长研究——以上海为例[D]. 上海:同济大学,2007.
- [10] 付海英,郝晋珉,安萍莉,等. 基于精明增长的城市空间发展方向分析——以山东省泰安市为例[J]. 资源科学,2007(1): 63-69.
- [11] 赵钦佩,姚莉秀,程 建,等. 基于颜色信息与区域生长的图像分割新算法[J]. 上海交通大学学报,2007,41(5):802-807.
- [12] 王兴平,崔功豪. 中国城市开发区的空间规模与效益研究[J]. 城市规划,2003,27(9):6-12.
- [13] Deng J L. Introduction to grey system theory[J]. The Journal of Grey System,1989(1):1-24.
- [14] Liu S F, Forrest J. The role and position of grey system theory in science development[J]. The Journal of Grey System,1997,9(4): 351-356.
- [15] 刘思峰,谢乃明. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [16] 安德烈斯·杜安伊,杰夫·斯佩克,迈克·莱顿. 精明增长指南[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.